

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

*Белоусов Д.А., Мартынов Е.В., Салимгареев Д.Д., Пирумян Н.М.
УрФУ, sarapulovfn.yandex.ru*

Истощение запасов углеводородного топлива, ухудшение климата, связанное с глобальным потеплением, и загрязнение окружающей среды – это только несколько проблем, которые можно решить только с помощью внедрения экологически чистых источников энергии. В последние годы особенно заметный прогресс был достигнут в области применения солнечной энергии. Если час солнечного излучения превратить в электроэнергию, ее будет достаточно для того, чтобы вся планета жила в течение года.

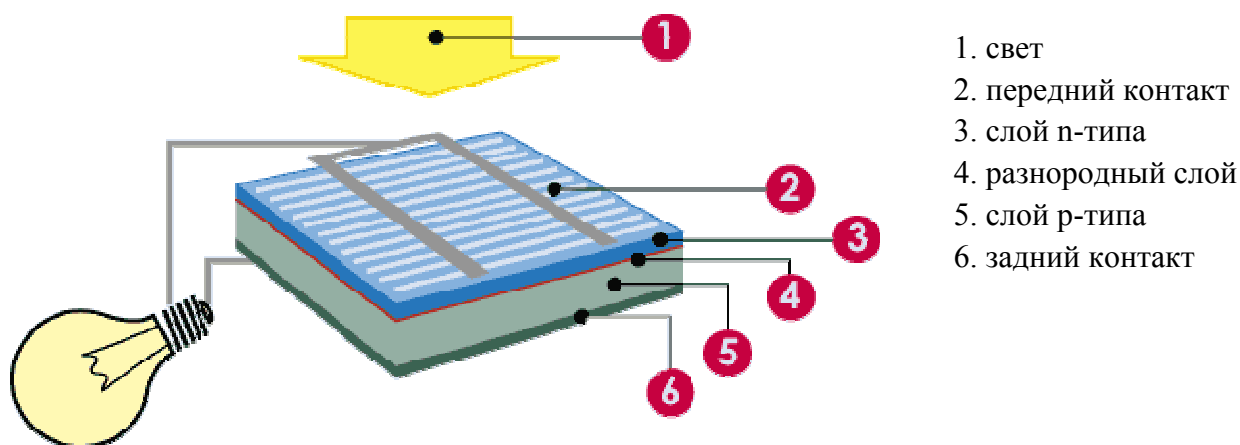
Большинство из нас и не подозревают, что способ получения электроэнергии из солнечного света известен уже около 130 лет. Явление фотоэффекта впервые наблюдал Эдмон Беккерель в 1839 г. Это случайное открытие оставалось в тени вплоть до 1873 г., когда Уиллоуби Смит обнаружил подобный эффект при облучении светом селеновой пластины. Конечно его первые опыты были далеки от совершенства, но они знаменовали собой начало истории полупроводниковых солнечных элементов. В 1883 г. электрик Ч. Фриттс смог изготовить фотоэлементы из селена, которые преобразовывали свет в видимом спектре в электричество и имели КПД 1-2 % [1]. В поисках новых источников энергии был получен кремниевый солнечный элемент, который стал предшественником современных солнечных фотопреобразователей. И только в начале 50-х годов прошлого века солнечный элемент достиг относительно высокой степени совершенства. Первые солнечные элементы с ощутимым КПД преобразования (~6 %) были разработаны в 1953-54 [2]. В 1958 г. маломощные, менее 1 ватта, солнечные батареи питали радиопередатчик американского космического спутника «Авангард». Вообще, космические исследования сыграли важную роль в развитии фотоэлементов.

Использовать энергию, генерируемую солнечными элементами, можно так же как и энергию других источников питания, с той лишь разницей, что фотоэлементы не боятся короткого замыкания. Каждый из них, являясь источником тока, поддерживает определенную силу тока при заданном напряжении. Но в отличие от других источников тока, мощностные характеристики солнечного элемента очень сильно зависят от интенсивности падающего на его поверхность света. Набежавшее облако может уменьшить выходную мощность более чем на 50 %.

Первоначально большинство изобретений действительно использовались на космических станциях, но наука шагнула вперед, и новый вид экологически чистого преобразования энергии стал доступен в повседневной жизни.

Существует два типа солнечных элементов: элементы «р» типа, у которых лицевая, рабочая, сторона является минусовым контактом, а тыльная плюсовым контактом, и элементы «п» типа, у которых всё наоборот. В наружной п-пластинке – переизбыток электронов. Во внутренней р-пластинке – их недостаток. Фотон, попадающий в п-пластинку, пробуждает дремлющий в ней элек-

трон подобно тому, как луч света, попадая на лицо, будит спящего человека. Электрон проникает в пластину и, следствием этого движения и является электрический ток. Наглядно это показано на рисунке. Перспективы развития солнечной энергетики эксперты связывают с совершенствованием материалов для этих двух слоев.



Солнечный элемент «Хафиз»

Германий используется в качестве полупроводника в нижнем слое «многопленочных» солнечных элементов. Выше него расположены слои индий-медь-селен. Все слои работают вместе, улавливая различные длины волн в солнечном свете, а германий служит также субстратом, на котором «выращиваются» такие солнечные элементы. Когда солнечный свет попадает на солнечный элемент, его энергия преобразуется в энергию перетекающих электронов, то есть в электричество.

Основные материалы, используемые для изготовления фотоэлементов, – кремний (Si), и арсенид галлия (GaAs). Арсенид галлия обеспечивает более высокий КПД фотопреобразования – до 28 % (у кремния – около 17 %), но он намного дороже кремния [3]. Кроме того производство кремния сейчас освоено наиболее хорошо. По этим причинам он и является основным материалом для изготовления солнечных батарей. Не так давно было выведено соединение индий медь селен (InCuSe) [1], которое имеет КПД на уровне кремния, но имеет ряд положительных качеств за счет комбинирования сильных сторон существующих солнечных батарей. В солнечных элементах на основе красителей электричество возникает за счет того, что специальный пигмент поглощает солнечный свет. Вместо такого пигмента используют специальные полупроводниковые наночастицы, обладающие более высоким коэффициентом поглощения света. Полимер-проводник используется вместо жидкого электролита, который отличается нестабильностью.

Максимальные значения эффективности фотоэлементов и модулей,
достигнутые в лабораторных условиях

Тип	Коэффициент фотоэлектрического преобразования, %
Аморфный/Нанокристаллический кремний	
Si (аморфный)	9,5
Si (нанокристаллический)	10,1
Фотохимические	
На базе органических красителей	10,4
На базе органических красителей (субмодуль)	7,9
Органические	
Органический полимер	5,15

Стало возможным производить дешевые солнечные батареи из материалов, которые легко контролировать и которые способны поглощать свет даже в инфракрасном диапазоне. Можно создать особо чувствительный фотоэлемент, способный реагировать на инфракрасное излучение, если удастся создать батарею, преобразующую в электроэнергию свет в этой зоне спектра. Эту технологию можно использовать для получения высококачественных снимков ночью или в тумане.

В настоящее время возобновляемая энергетика в России не имеет соответствующей нормативной среды и механизмов регулирования. Несмотря на это, в некоторых субъектах России уже приняты региональные законы в поддержку возобновляемой энергетике. Это Краснодарский край, Амурская область, Агинский округ Бурятии. Например, в Краснодарском крае создан фонд развития возобновляемой энергетике, за счет которого финансируются соответствующие проекты [2].

По мнению экспертов Российского фонда развития высоких технологий, солнечная энергетика в дальнейшем будет развиваться за счет нанотехнологий. С помощью многослойных пленок можно использовать почти весь спектр солнечной энергии, что позволит повысить КПД фотоэлементов более чем в четыре раза [3].

Библиографический список

1. Солнечная энергетика: учеб. пособие для вузов / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин / Под ред. В.И. Виссарионова. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 317 с.
2. Наумов А. В. Производство фотоэлектрических преобразователей и рынок кремниевого сырья в 2006-2010 гг. / Изв. вузов. Материалы электрон. техники. 2006. № 2. С. 29-35.
3. Лукомский Д.В. Методика управления параметрами твердотельных фотоэлектрических преобразователей для энергообеспечения необслуживаемых радиоэлектронных средств вооружений: дисс. на соискание научной степени кандидата технических наук. / Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко. Лукомский Д.В. 2006. 174 с.